

C mbined gas turbine/steam turbine p wer stati n

Patent number: DE3841224
Publication date: 1990-06-13
Inventor: GOEBEL KONRAD (DE)
Applicant: SIEMENS AG (DE)
Classification:
- international: F01K17/02; F02C6/18; F22B1/18; F24D12/00
- european: F01K17/02B; F01K23/10F
Application number: DE19883841224 19881207
Priority number(s): DE19883841224 19881207

Abstract of DE3841224

It is preferred for a steam generator (2) to be connected to the gas turbine (1). In order to produce heating heat for a consumer circuit (III; IIIa, b, c), a hot water heat exchanger (5) is connected downstream of the steam generator (2) in the turbine exhaust path (22A) and/or provision is made for at least one water heat exchanger (10) which can be heated by the bleed (extraction) steam (e) of the steam turbine (3), and/or a heating condenser (4) which can be heated by the condensation steam (h) of the steam turbine (3) is arranged, or else a condenser (4K) fitted with a cooling tower cooler or a fresh water cooler.

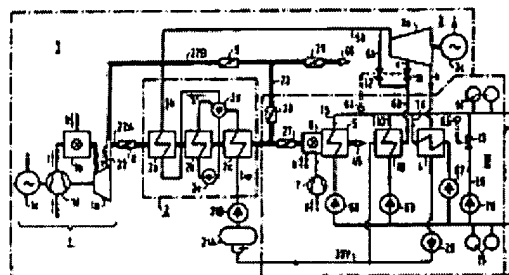


FIG 1

THIS PAGE BLANK (USPTO)

①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ Offenlegungsschrift
⑪ DE 3841 224 A 1

⑳ Aktenzeichen: P 38 41 224.1
㉑ Anmeldetag: 7. 12. 88
㉒ Offenlegungstag: 13. 6. 90

⑤ Int. Cl. 5:
F 02 C 6/18
F 01 K 17/02
F 22 B 1/18
F 24 D 12/00

DE 3841 224 A 1

㉓ Anmelder:
Siemens AG, 1000 Berlin und 8000 München, DE

㉔ Erfinder:
Goebel, Konrad, 8520 Erlangen, DE

⑤ Kombiniertes Gasturbinen-Dampfturbinen-Kraftwerk

Bevorzugt ist an die Gasturbine (1) ein Dampferzeuger (2) angeschlossen. Zur Erzeugung von Heizwärme für einen Verbraucher (III; IIIa, b, c) ist dem Dampferzeuger (2) im Turbinenabgasweg (22A) ein Heißwasser-Wärmetauscher (5) nachgeschaltet, und/oder es ist mindestens ein vom Entnahmedampf (e) der Dampfturbine (3) beheizbarer Wasser-Wärmetauscher (10) vorgesehen, und/oder es ist ein vom Kondensationsdampf (h) der Dampfturbine (3) beheizbarer Heizkondensator (4) oder aber ein mit Kühlturm- oder Frischwasserkühlung ausgestatteter Kondensator (4K) angeordnet.

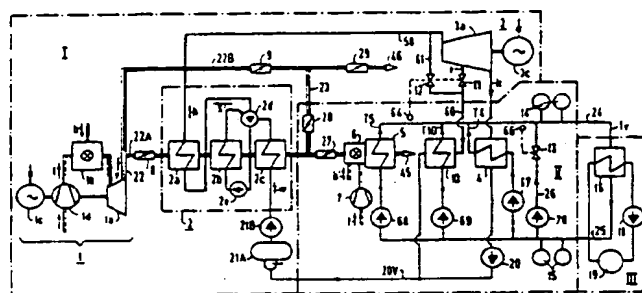


FIG 1

DE 3841 224 A 1

Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf ein kombiniertes Gasturbinen-Dampfturbinen-Kraftwerk zum Betrieb mit einem Brennstoff wie Kohlegas, Erdgas und/oder Heizöl, mit einer Gasturbine und einer Dampfturbine. Ein solches Kraftwerk, das auch als GUD-Kraftwerk bezeichnet wird, ist zum Beispiel aus der Literaturstelle mit dem Titel "Brennstoffe einsparen" von Rudolf Wiesner in "Maschinenmarkt" vom 22. Juni 1986, Seiten 11 bis 14, bekannt.

Ein kombiniertes Gasturbinen-Dampfturbinen-Kraftwerk (GUD-HKW) sollte neben Strom auch Heizwärme erzeugen. An ein solches GUD-HKW würde man folgende Anforderungen stellen:

1. Das Heizkraftwerk soll wirtschaftlich arbeiten. Hierbei ist zu berücksichtigen, daß ein zeitlich (tageszeitlich, monatlich, jahreszeitlich) unterschiedlicher und häufig auch zeitlich gegeneinander verschobender Bedarf an Strom und Heizwärme, insbesondere in regionalen Netzen, auftritt. Solche Netze sind ausgeprägt in mittleren und kleineren Städten mit autarker Versorgung. Das Heizkraftwerk wird wirtschaftlich eingesetzt werden können, wenn das Verhältnis von Wärmeerzeugung zu Stromerzeugung (Strom-Kennziffer) im praktischen Betrieb in möglichst weiten Grenzen ausgefahren werden kann. Das heißt, dieses Verhältnis sollte in den Bedarfsgrenzen "hoher Strombedarf bei gleichzeitig niedriger Heizwärmeabnahme" und "niedriger Strombedarf mit gleichzeitig hoher Heizwärmeabnahme" flexibel steuerbar sein.
2. Die Heizwärme-Tagesbelastung mit ihren Belastungsspitzen sollte ohne Zuhilfenahme von zusätzlichen Reserve-Heizwärmeerzeugern ausgefahren werden können.
3. Die Heizwärmeerzeugung sollte bei Stillstand der stromerzeugenden Aggregate sichergestellt bleiben.
4. Die Umwelt-Wärmebelastung sollte so niedrig wie möglich sein. Nach Möglichkeit sollten keine Kühltürme eingesetzt werden; ein nur geringer Frischwasserbedarf wird angestrebt.
5. Es soll auch eine reine Stromerzeugung ohne Erzeugung oder Auskopplung von Heizwärme möglich sein.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein kombiniertes Gasturbinen-Dampfturbinen-Kraftwerk der eingangs genannten Art, das mit einem Brennstoff wie Kohlegas, Erdgas und/oder Heizöl betrieben wird, mit verhältnismäßig geringem Aufwand so auszugestalten, daß es im praktischen Einsatz Heizwärme erzeugen kann. Im Normalbetrieb soll eine gekoppelte Strom- und Heizwärmeerzeugung möglich sein. Darüber hinaus sollen Ausgestaltungen angegeben werden, mit denen ein vielseitiger, flexibler Betrieb möglich ist, der die oben unter Nr. 1 bis 5 aufgelisteten Anforderungen berücksichtigt.

Nach einer ersten Ausführung wird diese Aufgabe erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß an die Gasturbine ein an sich bekannter Dampferzeuger angeschlossen ist, und daß dem Dampferzeuger im Turbinenabgasweg ein Heißwasser-Wärmetauscher, vorzugsweise mit Zusatzfeuerung, zur Erzeugung von Heizwärme nachgeschaltet ist.

Nach einer zweiten Ausführung ist vorgesehen, daß

zusätzlich ein oder mehrere vom Entnahmedampf der Dampfturbine beheizbare(r) Wasser-Wärmetauscher zur Erzeugung von Heizwärme vorgesehen ist/sind.

Bei der zweiten Ausführung ist es zweckmäßig, wenn der oder die vom Entnahmedampf beheizbaren Wasser-Wärmetauscher parallel zum vom Turbinenabgas beaufschlagbaren Heißwasser-Wärmetauscher angeordnet ist/sind.

Insbesondere kann vorgesehen sein, daß der Dampfturbine ein mit Kühlturm- oder Frischwasserkühlung ausgestatteter Kondensator nachgeschaltet ist.

Nach einer dritten Ausführung wird die genannte Aufgabe erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß ein vom Abdampf der Dampfturbine beheizbarer Heizkondensator zur Erzeugung von Heizwärme vorgesehen ist.

Bevorzugt kommen also zwei Varianten für die Heizwärmeerzeugung in Betracht: Verwendung einer Entnahme-Dampfturbine mit Heizkondensator oder Verwendung einer Entnahme-Kondensationsturbine.

Auch die dritte Ausführung kann kombiniert mit der ersten und/ oder zweiten Ausführung eingesetzt werden. Dabei ist es von Vorteil, wenn der Heizkondensator parallel zum Heißwasser-Wärmetauscher angeordnet ist. Es kann also hierbei ein vorzugsweise geschlossener Heizwärme-Auskopplungs-Wasserkreislauf eingesetzt werden, in welchem angeordnet sind

- der Heißwasser-Wärmetauscher (= Gasturbinen-Abhitze-Wasserwärmetauscher);
- parallel dazu der vom Entnahmedampf beheizte Wasser-Wärmetauscher; und
- wiederum parallel dazu der Heizkondensator.

Insbesondere mit den aufgezeigten verschiedenen Kombinationen der drei Ausführungen ist ein flexibler, vielseitiger Betrieb möglich.

Weitere Ausgestaltungen können umfassen

- eine Kohlegas-, Erdgas- oder Heizöl-Zusatzfeuerung, vorzugsweise mit Frischluftgebläse, für den Heißwasser-Wärmetauscher;
- einen Turbinenabgas-Bypass, einmündend vor dem Heißwasser-Wärmetauscher;
- eine Umsteuerung des Gasturbinenabgasmassestromes vom Abhitzedampferzeuger auf den rauchgasbeheizten Wasser-Wärmetauscher;
- einen Kaltwasser-Bypass zur Regelung gewünschter Heißwasser-Vorlauftemperaturen;
- einen Heißwasser-Speicher;
- einen Kaltwasser-Ausgleichs- und Massestrom-Regelspeicher; und/oder
- einen Wasser-Wärmetauscher zur Heizwärmeübergabe in das Heizwärmeversorgungsnetz.

Bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung werden im folgenden anhand von drei Figuren näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 ein kombiniertes Gasturbinen-Dampfturbinen-Kraftwerk, bei dem zur Wärmeauskopplung in Parallelschaltung ein im Gasturbinen-Abgasweg angeordneter Heißwasser-Wärmetauscher, ein vom Entnahmedampf beheizter Wasser-Wärmetauscher und — als erste Variante — ein vom Turbinenabdampf beheizter Heizkondensator angeordnet sind;

Fig. 2 ein kombiniertes Gasturbinen-Dampfturbinen-Kraftwerk entsprechend Fig. 1, bei dem jedoch — als zweite Variante — ein Kondensator mit Kühlturm- oder

Frischwasserkühlung vorgesehen ist; und

Fig. 3 eine Alternativlösung zur in Fig. 1 und 2 gezeigten gemeinsamen Heißwasser-Leitung, bei der mehrere Verbraucher über Ventile bedarfsgerecht gesteuert werden können.

Nach Fig. 1 ist ein kombiniertes Gasturbinen-Dampfturbinen-Kraftwerk 1 über ein Heizwärme-Auskopplungssystem II zwecks Einspeisung von Heizwärme an ein Heizwärme-Versorgungsnetz oder Verbraucher-Netz III angeschlossen. Das kombinierte Gasturbinen-Dampfturbinen-Kraftwerk I besteht aus drei herkömmlichen Kraftwerks-Hauptteilen, und zwar einem Gasturbosatz 1, einem unbefeuerten Abhitze-Dampferzeuger 2 und einem Dampfturbosatz 3.

Der Gasturbosatz 1 umfaßt in bekannter Weise die eigentliche Gasturbine 1a mit Brennkammer 1b und den Generator 1c. Über einen Luftverdichter 1d wird der Brennkammer 1b Druckluft 1 zugeführt. In der Brennkammer 1b wird ein Brennstoff *b* wie Kohlegas, Heizöl oder Erdgas unter Zuhilfenahme der verdichteten Luft 1 verbrannt. Das von der Brennkammer 1b der Gasturbine 1a zugeführte Verbrennungsgas *v* kann zum Beispiel eine ISO-Temperatur von beispielsweise 1150°C und höher besitzen. Am Ausgang der Gasturbine 1a, das heißt am Eingang einer Abgasleitung 22, besitzt das Verbrennungsgas *v* noch eine relativ hohe Temperatur, zum Beispiel von 600°C und höher, und damit einen relativ hohen Wärmeinhalt. Die Abgasleitung 22, in der zum Beispiel ein Druck von 1 at herrscht, verzweigt sich vorliegend in eine Turbinenabgas-Hauptleitung 22A und eine Turbinenabgas-Bypassleitung 22B.

Der unbefeuerte Abhitze-Eindruck-Dampferzeuger 2 ohne Dampf-Zwischenerhitzung liegt in der Turbinenabgas-Hauptleitung 22A, und zwar hinter einer Umsteuerungs-klappe 8, die nach Bedarf geöffnet oder geschlossen werden kann. Der Dampferzeuger 2 umfaßt in bekannter Weise in Serie einen Überhitzer 2a, einen Verdampfer 2b und einen Economizer 2c. Er umfaßt weiter eine Dampftrommel 2d und eine Umwälzpumpe 2e. In an sich bekannter Weise wird Speisewasser *w* aus einem Speisewasserbehälter 21A mittels einer Speisewasserpumpe 22B durch den Economizer 2c gepumpt und hierbei auf Verdampfungstemperatur aufgeheizt. Der aus der Verdampferheizfläche 2d abgegebene Satteldampf *s* gelangt in die Trommel 2d und von dort in die Überhitzerheizfläche 2a. Der Frischdampf *h* wird dem Dampfturbosatz 3 zugeleitet.

Anstelle des beispielhaft beschriebenen Dampferzeugers 2 können auch andere Dampferzeuger vorgesehen werden, z.B. ein Zwangsdurchlauf-Dampferzeuger.

Die Turbinenabgas-Hauptleitung 22A führt über die Umsteuerungs-klappe 8, den Dampferzeuger 2, eine Absperr- und Steuerklappe 27 und im folgenden zu beschreibende Bauelemente 6 und 5 zu einem Hauptkamin, der durch ein Dreieck 45 symbolisiert ist. Und die Turbinenabgas-Bypassleitung 22B führt über eine Schließklappe (Austritts-Bypass-Klappe) 9, die den Durchtritt von Abgas zuläßt oder unterbindet, zu einem Bypasskamin, der durch ein Dreieck 46 symbolisiert ist. Vor dem Kamin 46 ist noch eine Schließklappe 29 angeordnet.

Der Frischdampf *h* wird über eine Leitung 58 der Dampfturbine 3a des Dampfturbosatzes 3 zugeführt. Dessen Generator ist mit 3c bezeichnet. Es handelt sich hier speziell um eine Entnahme-Dampfturbine 3a mit zugeordnetem Heizkondensator 4. Entnahmedampf *e* kann über ein steuerbares Entnahmedampfventil 11 in eine Entnahmedampf-Leitung 60 eingespeist werden.

Nach Wunsch kann auch Frischdampf *h* aus der Leitung 58 über die Leitung 61 und ein steuerbares Stützventil als Druck-Reduzier-Ventil 12 in die Entnahmedampf-Leitung 60 gegeben werden. Der von der Dampfturbine 3a abgegebene Niederdruckdampf oder Abdampf *k* wird direkt in den Heizkondensator 4 überführt. Wie später noch deutlich wird, werden die Ventile 11, 12 von einem Temperatursensor 64 gesteuert, der die Wasservorlauftemperatur in einer Leitung 24 mißt, die als "gemeinsame Heißwasser-Vorlaufleitung" bezeichnet wird.

An das GUD-Kraftwerk I ist das Heizwärme-Auskopplungssystem angeschlossen, das die Entnahme von Heizwärme gestattet und vorliegend im geschlossenen Kreislauf arbeitet. Dieses umfaßt den erwähnten, vom Abdampf *k* gespeisten Heizkondensator 4 und einen sekundärseitig parallel dazu angeordneten, turbinenabgas- oder rauchgasbeheizten Wasser-Wärmetauscher 5, der hier mit eingebauter Zusatzfeuerung 6, zum Beispiel für einen Brennstoff *b'* wie Erdgas, ausgerüstet ist. Diese Zusatzfeuerung 6 wird vorzugsweise mit einem Frischluftgebläse 7 und/oder mit Turbinengas als Verbrennungsluft versorgt. Das Frischluftgebläse 7 kann auch fehlen. Der Heißwasser-Wärmetauscher 5 ist am Ende der Turbinenabgas-Hauptleitung 22A kurz vor dem Hauptkamin 45 angebracht. Im Strömungsweg vor dem Heißwasser-Wärmetauscher 5 befindet sich eine Absperr- und Steuerklappe 27.

Weiterhin ist eine Turbinenabgas-Umsteuerleitung 23 mit darin angeordneter Umsteuerklappe 28 vorgesehen. Diese Umsteuerleitung 23 verbindet die Bypassleitung 22B einerseits mit der Hauptleitung 22A andererseits. Insbesondere zweigt sie hinter der Bypassklappe 9 und vor der Schließklappe 29 ab und mündet vor der Absperr- und Steuerklappe 27 und damit vor dem Heißwasser-Wärmetauscher 5 samt Zusatzfeuerung 6. Sind die Klappen 8 und 29 geschlossen und sind die Klappen 9, 28 und 27 geöffnet, so ist der Heißwasser-Wärmetauscher 5 direkt mit dem Gasturbinen-Abgasaustritt 22 verbunden. Die Rückströmung von Turbinengas in den Dampferzeuger 2 wird durch eine geeignete Rückschlagklappeneinrichtung unterbunden (nicht eingezeichnet).

Bei der Entnahme von Heizwärme wird im Heizkondensator 4 der Turbinenabdampf *k* in Speisewasser (Kondensat) umgewandelt. Der primärseitige Ausgang des Heizkondensators 4 ist über eine Kondensatpumpe 20 und eine Verbindungsleitung 20V, in der noch ein oder mehrere Speisewasser-Vorwärmer liegen kann/können, an den Speisewasserbehälter 21A angeschlossen.

Im System II ist neben dem vom Kondensationsdampf *k* gespeisten Heizkondensator 4 und dem vom Turbinenabgas *v* gespeisten Heißwasser-Wärmetauscher 5 ein Wasser-Wärmetauscher 10 vorgesehen. Dieser ist primärseitig an die Entnahmedampfleitung 60 angeschlossen und kann so vom Entnahmedampf *e* der Dampfturbine 3a, aber auch, und zwar über das Ventil 12, vom Heißdampf *h* des Dampferzeugers 2 geheizt werden. Sein primärseitiger Ausgang ist gleichfalls an die Verbindungsleitung 20V angeschlossen. Der Wasser-Wärmetauscher 10 ist sekundärseitig parallel zum Sekundärteil des Heizkondensators 4 und parallel zum Sekundärteil des Heißwasser-Wärmetauschers 5 geschaltet.

Statt eines einzigen Wasser-Wärmetauschers 10 können mehrere solcher Wasser-Wärmetauscher vorhanden sein, die entnahmedampfbeheizt sind.

Der Heizkondensator 4 und die Wärmetauscher 5

und 10 geben Wasser der Temperatur T_4 , T_5 bzw. T_{10} in eine gemeinsame Heißwasser-Vorlaufleitung 24 ab. Kaltwasser wird für alle drei Bauelemente 4, 5 und 10 einer gemeinsamen Kaltwasser-Rücklaufleitung 25 entnommen. An der Heißwasser-Vorlaufleitung 24 sind Heißwasserspeicher 14 und an der Kaltwasser-Rücklaufleitung 25 sind Kaltwasserspeicher 15 angeordnet.

Die Rücklaufleitung 25 und die Vorlaufleitung 24 sind über eine Bypassleitung 26, in der ein steuerbares Ventil 13 liegt, miteinander verbunden. Das Ventil 13 wird von einem Temperatursensor 66, der an oder in der Vorlaufleitung 24 angeordnet ist, gesteuert. Durch geregelte Beimischung von Kaltwasser in die Heißwasser-Vorlaufleitung 24 kann die Vorlauf- oder Mischtemperatur T_v , die sich aus T_4 , T_5 und/oder T_{10} ergibt, auf einem vorgegebenen (einstellbaren) Wert festgehalten oder nach einem Programm geführt werden. Die Vorlauftemperatur des Heißwassers ist also durch Einspeisung aus der Rücklaufleitung 25 veränderbar.

Vorlaufpumpen 67, 68, 69 und 70 fördern das Kaltwasser von der Rücklaufleitung 25 in den Heizkondensator 4, in die Wärmetauscher 5 und 10 sowie in den Kaltwasser-Bypass 26.

Die Leitungen 24 und 25 sind vorliegend über einen Übergabe-Wasserwärmetauscher 16 miteinander verbunden, so daß ein geschlossener Kreislauf für das die Heizwärme transportierende Medium Wasser entsteht. Prinzipiell ist ein solcher geschlossener Kreislauf nicht erforderlich. Der Übergabe-Wasserwärmetauscher 16 gehört sekundärseitig dem Verbrauchernetz III an. Über diesen Wärmetauscher 16 wird die von den Bauelementen 4, 5 und/oder 10 gelieferte Heizwärme in das Verbrauchernetz III übertragen. Die Sekundärseite des Wärmetauschers 16 ist über eine Wasservorlaufpumpe 18 mit einem Wärmeverbraucher 19 oder einer Anzahl solcher Verbraucher verbunden. Dabei kann es sich um Haushalte und/oder um Industrieverbraucher handeln.

Die dargestellte Einrichtung ist äußerst vielseitig und flexibel, wie sich in einzelnen aus der folgenden Beschreibung verschiedener Betriebsarten ergibt. Hervorzuheben ist, daß man mit dem Gasturbosatz 1 Strom erzeugen kann, ohne daß Heizwärme abgegeben werden muß, daß dieses auch für den Kombibetrieb gilt (solange die im Heizkondensator 4 erzeugte Heizwärme in die noch aufnahmefähigen Speicher 14 gegeben werden kann), daß am Heizkondensator 4 kein aufwendiger Kühlturm für die Kondensation des Turbinenabampfes erforderlich, daß (z. B. für industrielle Verbraucher 19) auch im Jahresdurchschnitt trotz unterschiedlicher Anforderungen an die Stromabgabe eine bestimmte Wärmegrundleistung zur Verfügung gestellt werden kann, daß eine weitgehende zeitliche Abkopplung zwischen Strom- und Heizwärmeerzeugung möglich ist, daß also z. B. Strombedarfsspitzen mit oder ohne Heizwärmeerzeugung gedeckt werden können, etc.

In Fig. 2 ist eine Ausführungsform dargestellt, die weitgehend derjenigen von Fig. 1 entspricht. Hier wird ein Dampfturbosatz 3 mit Entnahme-Kondensations-Turbine 3a verwendet, deren Kondensationsdampf k nicht einem Heizkondensator 4, sondern einem Kondensator 4K mit Kühlturm oder Frischwasserkühlung zugeführt wird. Es können eine einzige oder mehrere Dampfentnahme(n) vorgesehen sein. Der primärseitige Ausgang des Kondensators 4K ist hier über die Verbindungsleitung 20V und die Förderpumpe 20 an den Wassertank 21A angeschlossen.

Die in Fig. 2 gezeigte Ausführung ist von Vorteil, wenn auch 100% Strom erzeugt werden soll, ohne daß

Heizwärme geliefert werden soll (reiner Stromerzeugungsbetrieb). Hier ist im Kombibetrieb Stromerzeugung sowohl durch die Gas- als auch durch die Dampfturbine 1c bzw. 3c ohne Heizwärmeerzeugung möglich.

Welche von den beiden Dampfturbinenarten nach Fig. 1 oder 2 gewählt wird, hängt von den Gegebenheiten der Heizwärmeversorgung ab. Die Entnahme-Dampfturbine 3c mit Heizkondensator 4 gemäß Fig. 1 ist dann vorteilhaft, wenn für das Versorgungsnetz III eine jahresdurchschnittliche Grund-Wärmeleistung ganzjährig zu erzeugen ist. Eine reine Stromerzeugung ohne Heizwärmeerzeugung ist zeitlich unbeschränkt im Alleinbetrieb der Gasturbine 1c möglich. Eine reine Stromerzeugung ist im Kombibetrieb auch ohne Heizwärmeabgabe in das Versorgungsnetz III möglich, jedoch ist diese zeitlich beschränkt. Mit der Entnahme-Kondensationsturbine 3c nach Fig. 2 ist dagegen ein zeitlich unbeschränkter reiner Stromerzeugungsbetrieb ohne Heizwärmeerzeugung möglich.

In Fig. 3 ist eine Alternativlösung zur gemeinsamen Heißwasser-Vorlaufleitung 24 dargestellt. Hier ist eine flexible Betriebsweise bei der Versorgung von beispielsweise drei Heizversorgungsnetzen 40, IIIa, 41, IIIb und 42, IIIc möglich. Dazu sind die Bauelemente 4, 5 und 10 über steuerbare Ventile 51, 52, 53 und 54 mit den Bauelementen 4, 5 und 10 verkoppelt. Durch geeignete Steuerung dieser Ventile 51 bis 54 kann jeder Verbraucher IIIa, IIIb, IIIc von jedem Bauelement 4, 5 und/oder 10 und jeder Kombination derselben mit Wärme versorgt werden. Mit 40, 41, 42 sind die Wasservorlaufpumpen für die Wärmetauscher 5, 10 sowie für den Kondensator 4 bezeichnet.

Im folgenden sollen einige Betriebsarten der Varianten I und II nach Fig. 1 bis 2 näher erläutert werden:

Variante I: Entnahmedampfturbine 3a mit Heizkondensator 4 (vergleiche Fig. 1)

1. Stromerzeugung mit Gasturbosatz 1 im Alleinbetrieb; Dampfturbosatz 3 nicht in Betrieb; Teilstromerzeugung; Heizwärmeerzeugung Null; Abgasweg: Klappe 8 geschlossen; Klappe 28 geschlossen; Klappen 9 und 29 geöffnet.

2. Gasturbosatz 1 im Heizbetrieb; Dampfturbosatz 3 nicht in Betrieb; Teilstromerzeugung; Heizwärmeerzeugung in fünf Betriebsarten: Für das Kontrollieren von Strom- zu Wärmeleistung

a) Heizwärmeerzeugung nur im rauchgasbeheizten Wasser-Wärmetauscher 5 ohne Zusatzfeuerung 6.

b) Heizwärmeerzeugung nur im rauchgasbeheizten Wasser-Wärmetauscher 5 mit Zusatzfeuerung 6. Es ergibt sich eine erhöhte Wärmeleistung gegenüber a).

Der Brenner der Zusatzfeuerung 6 kann in technisch bewährter Weise hierbei auch mit lufthaltigem Turbinenabgas v betrieben werden.

Abgasweg zu a) und b): Klappen 8 und 29 geschlossen; Klappen 9, 27 und 28 geöffnet.

c) Heizwärmeerzeugung allein mit Dampferzeuger 2 als unbefuerter Abhitze-Dampferzeuger. Heizdampf h gelangt über das Druck-Reduzierventil 12 auf den entnahmedampfbeheizten Wasser-Wärmetauscher 10, der mit einem Kondensatkühler ausgerüstet ist.

Abgasweg zu c): Klappen 8, 28 und 29 geöffnet; Klappen 9 und 27 geschlossen.

d) Heizwärmeerzeugung mit Dampferzeuger 2 und rauchgasbeheiztem Wasser-Wärmetauscher 5 oh-

ne Zusatzfeuerung 6. Erhöhung der Heizwärmeleistung gegenüber c).

e) Heizwärmeerzeugung mit Dampferzeuger 2 und rauchgasbeheiztem Wasser-Wärmetauscher 5 mit Zusatzfeuerung 6. Hier ergibt sich die maximale Heizwärmeleistung bei Alleinbetrieb des Gasturbosatzes 1, also eine weitere Erhöhung der Wärmeleistung gegenüber d).

Abgasweg zu d) und e): Klappen 9, 28 und 29 geschlossen; Klappen 8 und 27 geöffnet.

3. Stromerzeugung mit Gas- und Dampfturbosatz 1, 3 im Vollast-Stromerzeugungsbetrieb;
Heizwärmeerzeugung in vier Betriebsarten:

a) Heizwärmeerzeugung nur im Heizkondensator 4. Dampfentnahmeventile 11 und 12 geschlossen. Abgasweg zu a): Klappen 8, 28 und 29 geöffnet; Klappen 9 und 27 geschlossen.

b) Heizwärmeerzeugung im entnahmedampfbeheizten Wasser-Wärmetauscher 10 und im Heizkondensator 4. Mit über das Ventil 11 geregelter Beaufschlagung des Wasser-Wärmetauschers 10 mit Entnahmedampf e sinkt der Dampfdurchfluß in der Dampfturbine 3a in Richtung zum Heizkondensator 4. Im Grenzfall, nämlich bei voll geöffnetem Ventil 11 und damit bei voller Entnahmedampfmenge für den Heizkondensator 10, durchströmt die Dampfturbine 3a nur noch die erforderliche Kühltampfmenge für die Endbeschaukelung. Der Heizkondensator 10 wird nur noch mit relativ kleiner Kühltampfmenge beaufschlagt. Gleichzeitig sinkt mit zunehmender Beaufschlagung des Wasser-Wärmetauschers 10 die Leistung des Dampfturbosatzes 3 an den Generatorklemmen. Mit zunehmender Beaufschlagung des Wasser-Wärmetauschers 10 mit Entnahmedampf (Ventil 11 zunehmend geöffnet) erhöht sich kontinuierlich die Wärmeleistung im Heizkreislauf, weil der Entnahmedampf e einen höheren Wärmewert (höherer Druck und höhere Temperatur) als der reine Heizkondensatordampf k hat. Die Wärmeleistung ist gegenüber der Betriebsart a) vergrößert und erzielt ihr Maximum bei voller Beaufschlagung des Wasser-Wärmetauschers 10.

Abgasweg wie bei a).

c) Heizwärmeerzeugung mit Gasturbinenabgas v. Heißwasser-Wärmetauscher 5 ohne Zusatzfeuerung 6 in Kombination mit Betriebsart a) oder variabel mit Betriebsart b). Durch die Einschaltung des Wärmetauschers 5 wird die Heizwärmeleistung gegenüber a) und b) wesentlich erhöht. Strom- und Heizwärmeerzeugung erzielen ohne Einschaltung der Zusatzfeuerung 6 ihre Höchstwerte. Sie sind jeweils variabel nach den Betriebsarten a) oder b).

Abgasweg zu c): Klappen 8 und 27 geöffnet; Klappen 9 und 28 geschlossen.

d) Maximale Heizwärmeerzeugung.
Durch Einschaltung der Zusatzfeuerung 6 wird die Heizwärmeleistung gegenüber dem Fall c) nochmals erhöht. Die Heizwärmeleistung erreicht bei diesem Betriebsfall d) ihr absolutes Maximum bei gleichzeitig voller Beaufschlagung des Wasser-Wärmetauschers 10 mit Entnahmedampf e über das Ventil 11.

Abgasweg zu d): wie unter c).

4. Reiner Stromerzeugungsbetrieb (also ohne Heiz-

wärmeabgabe in das Versorgungsnetz III).

Der reine Stromerzeugungsbetrieb ohne Heizwärmeerzeugung bzw. Heizwärmeabgabe in das Versorgungsnetz III kann mit diesem Kraftwerkstyp in zwei Betriebsarten erfolgen:

a) mit dem Gasturbosatz 1 im Alleinbetrieb ohne Heizwärmeerzeugung.

Abgasweg: Klappen 9 und 29 geöffnet; Klappen 8 und 28 geschlossen. Dieser Betriebsfall a) ist besonders für die Abdeckung von regionalen Lastspitzen geeignet.

b) mit der Gas- und Dampfturbine in Teillast bis Vollast. Die hierbei anfallende Heizwärme im Heizkondensator 4 wird in die Heißwasserspeicher 14 geleitet. Dieser Betrieb ist zeitlich begrenzt und von der gewählten Speicherkapazität der Heißwasserspeicher 14 abhängig.

Abgasweg: Klappen 8, 28 und 29 geöffnet; Klappen 27 und 9 geschlossen.

5. Heizwärmeabgabe in das Versorgungsnetz III ohne Stromerzeugung.

Die Versorgung des Heiznetzes III bleibt erhalten, wenn Gas- und Dampfturbosatz 1, 3 nicht in Betrieb sind, zum Beispiel aus Revisionsgründen oder wenn zeitlich kein Strombedarf besteht.

Die Versorgung kann nach drei Betriebsarten erfolgen:

a) mit Hilfe des rauchgasbeheizten Wasser-Wärmetauschers 5, dessen Befuerung 6 mit einem Frischluftgebläse 7 betrieben wird (nicht gezeigt).

Abgasweg: Klappe 27 geschlossen;

b) wie im Fall a) bei gleichzeitiger Wärmeentnahme aus den Heißwasserspeichern 14; dies ergibt eine relativ große Heißwasser-Versorgungsmenge;

c) mit alleiniger Entnahme von Heizwärme aus den Heißwasserspeichern 14; dies ergibt die kleinste Heizwärme-Versorgungsmenge.

Variante II: Entnahme-Kondensations-Dampfturbine (vergleiche Fig. 2).

1. Stromerzeugung mit Gasturbosatz 1 im Alleinbetrieb; Teilstromerzeugung; Betriebsarten: Heizwärmeerzeugung Null wie unter Fall I/1a) und b).

2. Stromerzeugung mit Gasturbosatz 1 im Alleinbetrieb; Teilstromerzeugung; Betriebsarten: Heizwärmeerzeugung wie unter Fall I/2a) bis e).

3. Stromerzeugung mit Gas- und auch Dampfturbosatz mit Heizwärme-Erzeugung:

a) Heizwärme-Erzeugung im entnahmedampfbeheizten Wasser-Wärmetauscher 10 mit geregelter Beaufschlagung des Wasser-Wärmetauschers 10 von Null-Dampfentnahme bis zur maximalen Dampfentnahme;

Abgasweg: wie unter I/3a) und b);

b) Heizwärmeerzeugung mit Turbinenabgas in Kombination mit a) im Wasser-Wärmetauscher 5 ohne Zusatzfeuerung 6; Abgasweg wie unter I/3c);

c) maximale Heizwärmeerzeugung; Betriebsart wie unter I/3d).

4. Reiner Stromerzeugungsbetrieb ohne Heizwärmeerzeugung. Zwei Betriebsarten:

- a) mit Gasturbosatz I im Alleinbetrieb;
Abgasweg wie unter I/4a);
b) mit Gas- und Dampfturbosatz im Kombinations-
betrieb. Dies erfolgt ohne Heizwärmeerzeugung
im Unterschied zu I/4b).

5. Heizwärmeabgabe in das Versorgungsnetz III ohne
Stromerzeugung; Betriebsart wie unter I/5a) bis c).

Aus diesen Angaben über die verschiedenen Be-
triebsarten wird deutlich, daß das GuD-Kraftwerk in
seinen verschiedenen Ausgestaltungen für die Strom-
und Heizwärmeerzeugung sehr flexibel einsetzbar ist.

Patentansprüche

1. Kombiniertes Gasturbinen-Dampfturbinen-
Kraftwerk zum Betrieb mit einem Brennstoff wie
Kohlegas, Erdgas und/oder Heizöl, mit einer Gas-
turbine (1) und einer Dampfturbine (3), **dadurch**
gekennzeichnet, daß an die Gasturbine (1) ein an
sich bekannter Dampferzeuger (2) angeschlossen
ist, und daß dem Dampferzeuger (2) im Turbinen-
abgasweg (22A) ein Heißwasser-Wärmetauscher
(5), vorzugsweise mit Zusatzfeuerung (6), zur Er-
zeugung von Heizwärme nachgeschaltet ist.
2. Gasturbinen-Dampfturbinen-Kraftwerk nach
Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß minde-
stens ein vom Entnahmedampf (e) der Dampfturbi-
ne (3) beheizbarer Wasser-Wärmetauscher (10) zur
Erzeugung von Heizwärme vorgesehen ist.
3. Gasturbinen-Dampfturbinen-Kraftwerk nach
Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der vom
Entnahmedampf (e) beheizbare Wasser-Wärme-
tauscher (10) sekundärseitig parallel zum vom Tur-
binenabgas (v) beaufschlagbaren Heißwasser-Wär-
metauscher (5) angeordnet ist.
4. Gasturbinen-Dampfturbinen-Kraftwerk nach
Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß der
Dampfturbine (3) ein mit Kühlturm oder Frisch-
wasserkühlung versehener Kondensator (4K)
nachgeschaltet ist.
5. Kombiniertes Gasturbinen-Dampfturbinen-
Kraftwerk zum Betrieb mit einem Brennstoff wie
Kohlegas, Erdgas und/oder Heizöl, mit einer Gas-
turbine (1) und einer Dampfturbine (3), insbesonde-
re nach einem der Ansprüche 1, 2 und/oder 3, da-
durch gekennzeichnet, daß ein vom Abdampf (k)
der Dampfturbine (3) beheizbarer Heizkondensa-
tor (4) zur Erzeugung von Heizwärme vorgesehen
ist.
6. Gasturbinen-Dampfturbinen-Kraftwerk nach
Anspruch 5 und einem der Ansprüche 1 bis 3, da-
durch gekennzeichnet, daß der Heizkondensator
(4) sekundärseitig parallel zum Heißwasser-Wär-
metauscher (5) und/oder parallel zum Wasser-Wär-
metauscher (10) angeordnet ist.
7. Gasturbinen-Dampfturbinen-Kraftwerk nach ei-
nem der Ansprüche 1 bis 3, 5 oder 6, dadurch ge-
kennzeichnet, daß die in dem Wärmetauscher (5
und/oder 10) und/oder in dem Heizkondensator (4)
erzeugte Heizwärme in einen geschlossenen Heiz-
kreislauf (24, 25) einspeisbar ist, aus welchem die
Heizwärme in ein Heizwärme-Versorgungsnetz
(III) über mindestens einen Wärmetauscher (16)
übertragbar ist.
8. Gasturbinen-Dampfturbinen-Kraftwerk nach ei-
nem der Ansprüche 1 bis 6, ausgenommen An-
spruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die in dem

Wärmetauscher (5 und/oder 10) und/oder in dem
Heizkondensator (4) erzeugte Heizwärme in ein
Heizwärme-Versorgungsnetz (40, IIIa; 41, IIIb; 42,
IIIc) einspeisbar ist.

9. Gasturbinen-Dampfturbinen-Kraftwerk nach
Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Heiz-
wärme-Versorgungsnetze (40, IIIa; 41, IIIb und/
oder 42, IIIc) über Ventile (51 bis 54) miteinander
verköpelt sind (Fig. 3).

10. Gasturbinen-Dampfturbinen-Kraftwerk nach
einem der Ansprüche 7 bis 9, dadurch gekennzeich-
net, daß die Vorlauftemperatur (T_v) des Heißwas-
sers vom Wärmetauscher (5 und/oder 10) und/oder
vom Heizkondensator (4) durch Einspeisung von
Kaltwasser aus dem Rücklauf (25) des zur Versor-
gung des Verbrauchernetzes (III; 40, IIIa; 41, IIIb;
42, IIIc) vorgesehenen Wärmetauschers (16) über
einen steuerbaren Bypass (26) veränderbar ist.

11. Gasturbinen-Dampfturbinen-Kraftwerk nach
einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekenn-
zeichnet, daß mindestens ein Druck-Reduzierventil
(12) vorgesehen ist, über das im Alleinbetrieb der
Gasturbine (1) der im Dampferzeuger (2) erzeugte
Dampf in mindestens einen Wasser-Wärmetau-
scher (10) einspeisbar ist, der im Betrieb der
Dampfturbine (3) von deren Entnahmedampf (e)
beheizbar und der zur Erzeugung von Heizwärme
vorgesehen ist.

12. Gasturbinen-Dampfturbinen-Kraftwerk nach
einem der Ansprüche 7 bis 11, dadurch gekenn-
zeichnet, daß die Wasserrumlaufmenge im Heiz-
kreislauf (24, 25) durch die Anordnung mindestens
eines Kaltwasserspeichers (15) veränderbar ist.

13. Gasturbinen-Dampfturbinen-Kraftwerk nach
einem der Ansprüche 7 bis 12, dadurch gekenn-
zeichnet, daß zur Speicherung von Heizwärme im
geschlossenen Heizkreislauf (24, 25) mindestens ein
Heißwasserspeicher (14) vorgesehen ist.

14. Gasturbinen-Dampfturbinen-Kraftwerk nach
einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekenn-
zeichnet, daß der Abgasweg aufgeteilt ist in eine
Hauptleitung (22A) und eine Bypassleitung (22B),
welche Leitungen (22A, 22B) durch einen Bypass
(23) miteinander verbunden sind.

15. Gasturbinen-Dampfturbinen-Kraftwerk nach
Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß im Ab-
gasweg (22A, 22B) der Gasturbine (1) Steuerklap-
pen (8, 9, 27, 28, 29) angeordnet sind.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

– Leerseite –

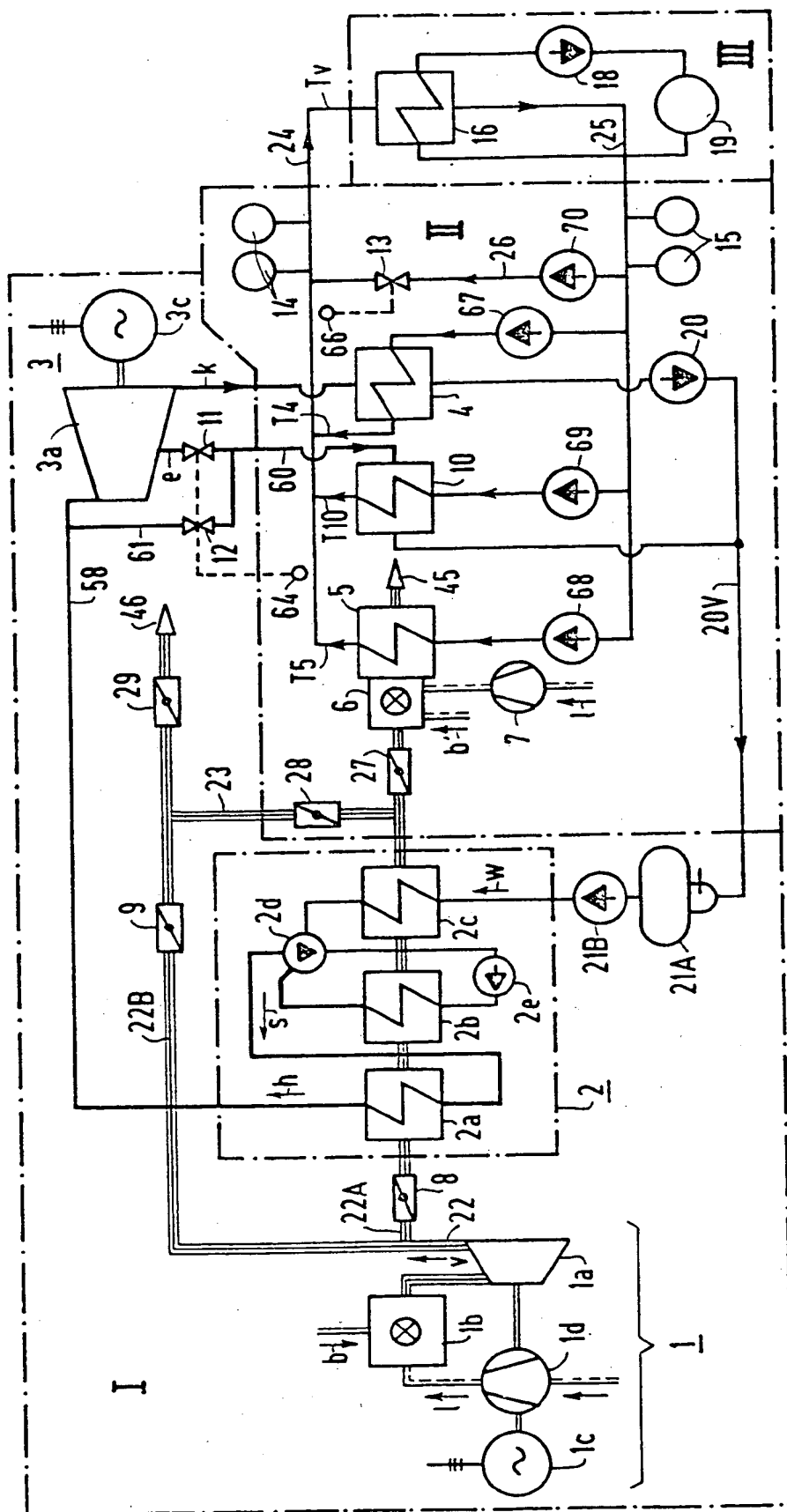


FIG 1

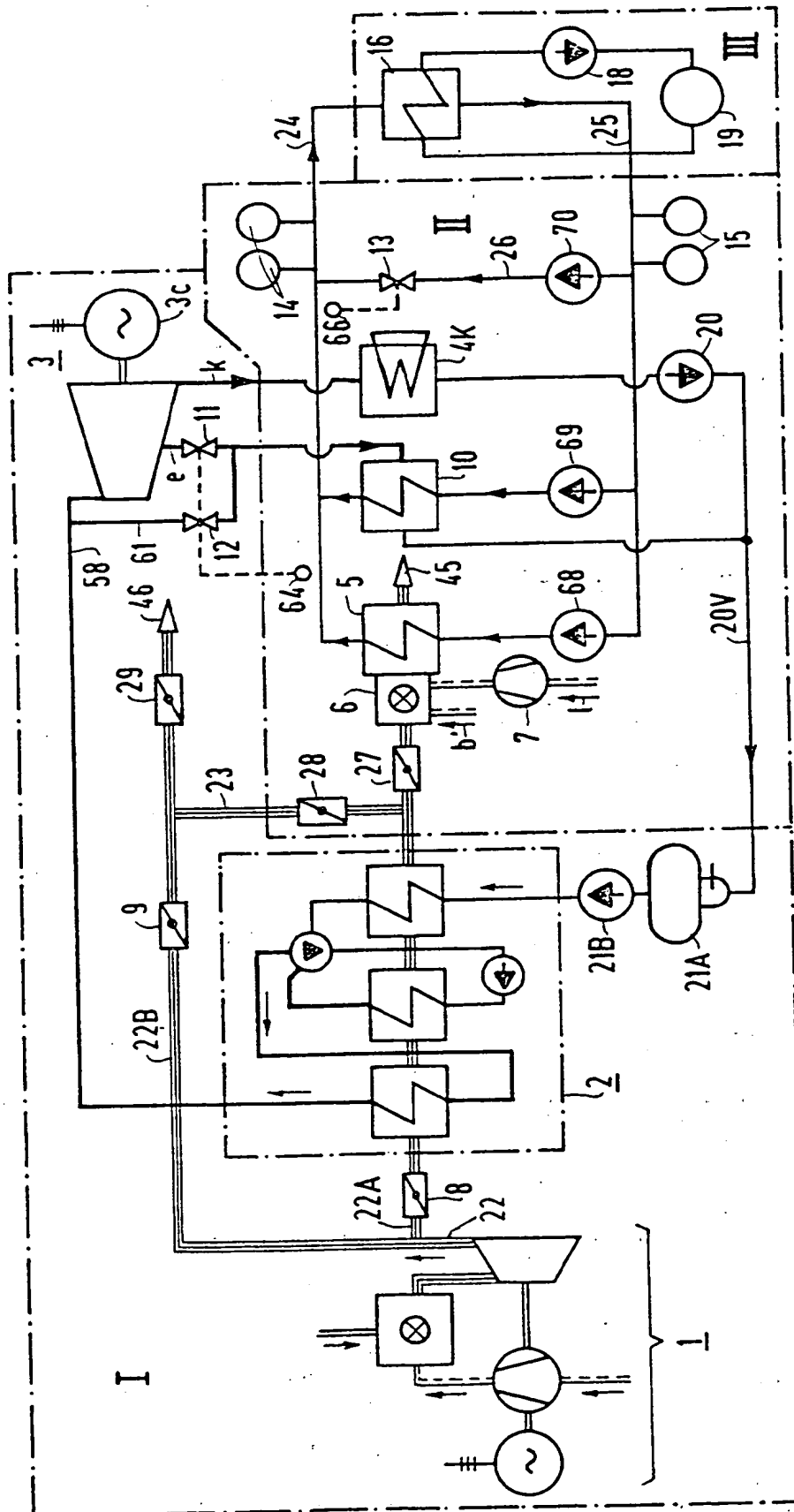


FIG 2

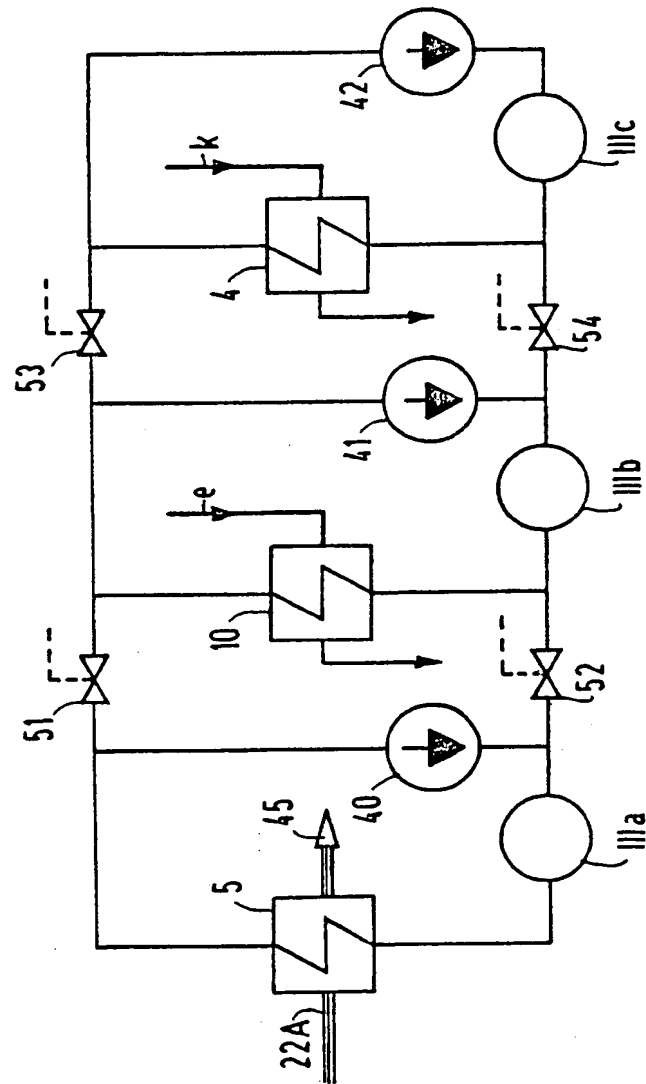


FIG 3